

初めて結晶性高分子から作られた IR 透過性・耐熱型フレキシブル"透明"撥水性フィルムの科学

(埼玉大院理工¹・埼玉大工²・クニミネ工業(株)³)

○五月女 陽一¹・兼平 卓摩²・新井 俊太郎¹・窪田 宗弘³・

黒坂 恵一³・藤森 厚裕¹

【緒言】 高分子フィルムの開発需要の中でも、耐熱性、透明性、フレキシブル性の要求は枚挙に暇がない。特に 300 °C に至る耐熱性を持ちながらも透明な樹脂は、柔軟性付与により、太陽電池・液晶等のフレキシブルデバイスへの利用が可能となる利点がある。しかし、一般的な高分子フィルムに用いられる非晶性高分子は耐熱性に乏しく、一方で、結晶性高分子は本質的には不透明で、その耐熱の特性は十分な活用がなされていない。しかしながら我々は、耐熱性に優れた全フッ素化結晶性高分子に対し、高温下における延伸加工により、300 °C 耐熱のフレキシブル透明フィルムの開発に至った¹⁾。このフィルムは撥水・撥油性表面を形成し、透過光の波長域は赤外部にまで至る。本研究では、当該フィルムの更なる耐熱化と、ガスバリア性等の新機能探求を志向し、全フッ素化結晶性高分子/耐熱性有機化モンモリロナイトナノ複合体を用いた新素材開拓に取り組んだ。

【実験】 試料は全フッ素化樹脂である poly[tetrafluoroethylene-co-(perfluoroethylvinylether)] (PFA)、国産モンモリロナイト (MMT)²⁾、その表面処理剤として tributyl hexadecyl phosphonium bromide を用いた。MMT 表面は「油/水界面修飾法」³⁾を用いて高効率修飾を施した。PFA と有機化 MMT は熔融混練の後、シート状に圧縮成形後、高温下において手動延伸を行った。粒子分散状態の検討、並びに熱的挙動の評価は、透過型電子顕微鏡(TEM)観察、および示差走査熱量測定(DSC)を行い、加えて球晶形成挙動について、偏光顕微鏡(POM)観察を行った。

【結果と考察】 当研究 Gr.の特許技術である「油/水界面修飾法」により、長鎖四級ホスホニウム塩で高効率修飾を施した有機化 MMT は、PFA の融解温度以上である 310 °C 程度までの耐熱化が達成された。PFA と、この耐熱性有機化 MMT は、熔融混練によるナノコンポジット形成が可能であった。Figure 1 に、不透明の neat PFA が高温延伸によって透明化し、有機化 MMT とのナノ複合体においても延伸透明化が達成される事実を示した。Figure 2 の TEM 像より、形成したナノ複合体では、有機化 MMT がポリマーマトリックス中で、ナノサイズの均一分散状態を形成していることが観察された。Figure 3 より、PFA / 有機化 MMT ナノ複合体は、PFA マトリックスと比較して結晶化温度の上昇が見られ、ナノ複合化による耐熱性向上が示唆された。さらに、Fig. 4 の POM 像より、ナノ複合体中の球晶の微細化が観察され、MMT 添加による造核効果の発現が示唆された。従って、ナノ複合化の効果に加え、高分子鎖が MMT 端面に吸着・核形成する、造核剤由来の核発生效果も耐熱化に寄与したものと推察される。

【参考文献】 1) Fujimori, A.; Hayasaka, Y., *Macromolecules*, **2008**, 41, 7606.

2) Fujimori, A.; Arai, S.; Kusaka, J.; Kubota, M.; Kurosaka, K., *J. Colloid Interf. Sci.*, **2013**, 392, 256.

3) 黒坂 恵一, 窪田 宗弘, 藤森 厚裕, 特開 2011-063475.

Construction of a New Science of Transparent, Heat-Resistant, Flexible, and Water-Repellent Film Made from "Crystalline" Polymers

Y. SOTOME, T. KANEHIRA, S. ARAI, M. KUBOTA, K. KUROSACA, A. FUJIMORI (Saitama Univ., fujimori@fms.saitama-u.ac.jp)

The transparent material was obtained by elongation of crystalline perfluorinated polymer at high-temperature. This film has excellent heat resistance, oil- and water-shedding resistance and transparency of infrared light. In this case, polymer chains in the amorphous region have become extreme high density, and refractive index of light at the crystalline/amorphous interface is extremely reduced.

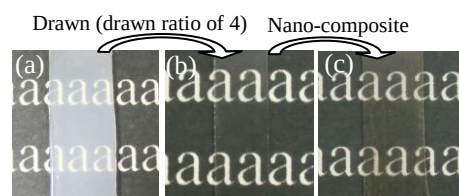


Figure 1 Photographs of (a) neat PFA film, (b) drawing PFA film, and (c) drawing PFA / organo-modified MMT film.

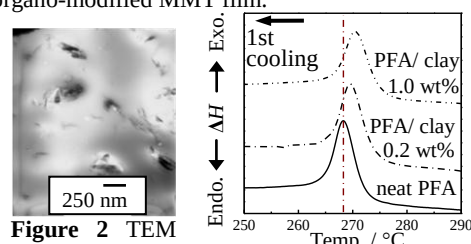


Figure 2 TEM image of PFA / organo-modified MMT.

Figure 3 DSC thermograms of neat PFA and PFA / organo-modified MMT.

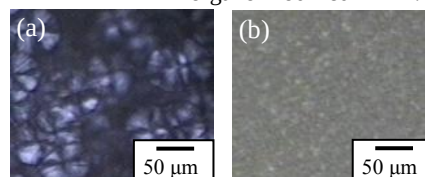


Figure 4 POM images of (a) neat PFA and (b) PFA / organo-modified MMT.